

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ

ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ: ЭКОНОМИЧЕСКИЙ УЩЕРБ
И ИНВЕСТИЦИИ В ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ*

© 2000 г. А. А. Гусев, С. Н. Козьменко, О. В. Козьменко

(Москва, Сумы)

Уточняется терминология, применяемая при исследовании экономических проблем чрезвычайных ситуаций природно-антропогенного происхождения. Предлагаются методы вероятностной и стоимостной оценок экономического ущерба, в первую очередь – косвенного. Рассматриваются методологические основы управления чрезвычайными ситуациями на различных этапах их развития и проблема рационализации распределения ограниченных инвестиционных ресурсов на антикатастрофные цели между несколькими регионами некоторой территории и предлагается соответствующая методика.

В последние годы чрезвычайные ситуации (ЧС), обусловленные стихийными явлениями и техногенными авариями, стали довольно частыми, а их последствия – весьма ощутимыми на разных уровнях хозяйственной деятельности, вплоть до государственного. Не случайно решения проблем, связанных с ЧС, во многих странах созданы соответствующие министерства и ведомства. В частности, в России – это Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, а на Украине – Министерство по вопросам чрезвычайных ситуаций и по делам защиты населения от последствий Чернобыльской катастрофы.

Тем не менее, вопросам научно-методического обеспечения превентивных и локализационных мер должного внимания не уделяется. С определенными проблемами мы сталкиваемся на стадии исследования понятийно-категорийного аппарата. Например, масса разночтений кается определения самих понятий аварии, катастрофы, стихийного бедствия и ЧС. Поэтому прежде чем рассмотреть вопросы оценки последствий ЧС и инвестиций в их предупреждение, что является основной целью нашей работы, сделаем некоторые предварительные терминологические замечания.

Когда мы говорим о ЧС, то имеем в виду обстановку на определенной территории, сложившуюся в результате катастрофического события и сопряженную с человеческими жертвами, с ущербом окружающей природной среде и здоровью людей, со значительными материальными потерями и нарушением условий жизнедеятельности.

Катастрофа (стихийное явление или техногенная авария) – широкомасштабное, отнюдь не случайное событие, представляющее серьезную угрозу с непредусмотренными последствиями для социо-эколого-экономических систем.

Под *стихийными явлениями* мы понимаем чисто природные явления или процессы, которые практически не подчиняются влиянию человека и характеризуются неопределенностью во времени и неоднозначностью последствий. В том случае, если оказывается непосредственное влияние на людей или созданные ими ценности, стихийные явления определяются как стихийные бедствия.

Крупная техногенная авария – это событие (выброс вредных веществ, пожар, взрыв и т.д.), произошедшее в результате неконтролируемых изменений в ходе эксплуатации технического объекта, ведущее к серьезной опасности (непосредственной или с замедленным эффектом) для людей и окружающей среды.

Естественно, ЧС можно предвидеть и при определенных условиях ими можно управлять. Управление ЧС – это процесс воздействия на релевантные факторы с целью предупреждения или уменьшения негативных последствий. В качестве релевантных рассматриваются факторы влияния (характеристики потенциальных катастроф) и факторы восприятия (характеристики реципиентов).

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского гуманитарного научного фонда (проект 99-02-00000).

На сегодняшний день, при всеобщем и повсеместном декларировании необходимости превентивных мер, управление ЧС зачастую осуществляется уже после наступления катастрофы, т.е. когда уже пострадали люди и имеют место экономические потери. К примеру, в результате последнего землетрясения в г. Нефтегорске погибло 1989 чел., ранено 400 чел., прямой экономический ущерб превысил 230 млрд руб. (в ценах на 01.06.1995), в то время как предварительное усиление зданий до сейсмостойкости в 7 баллов обошлось бы в 100 млрд руб. [1].

Необходимость и эффективность управления ЧС еще до наступления катастрофы (даже если саму катастрофу предотвратить невозможно), таким образом, очевидны.

В управлении ЧС возможно выделение пяти следующих этапов.

1. Предкатастрофный. Осуществляются инвестиции в антикатастрофные мероприятия, производятся необходимые текущие затраты по обслуживанию объектов, предназначенных для предупреждения катастроф или снижения их мощности. Протяженность этапа может быть от нескольких месяцев до нескольких десятков лет.

2. Непосредственно катастрофическое событие, сопряженное с гибелью людей и разрушением материальных ценностей. Этот этап длится от нескольких минут до нескольких дней, а то и месяцев.

3. Аварийно-спасательные, мобилизационные, эвакуационные работы, протяженность которых – от нескольких дней до нескольких месяцев.

4. Ремонтно-восстановительные работы. В этот период производятся затраты на восстановление или строительство новых зданий, сооружений, инженерно-транспортных коммуникаций и пр. Его протяженность – от нескольких месяцев до двух-трех лет.

5. Проявление отдаленных последствий катастрофы. На этом этапе имеют место потери и затраты из-за экологических нарушений, циклических процессов в экономике, гибели людей или ухудшения их здоровья и т.п. Он может длиться от нескольких месяцев до десятков лет.

При характеристике этапов ЧС нами не случайно отмечены соответствующие им издержки, которые определяют оценку величины экономического ущерба.

При расчете и применении показателей экономического ущерба довольно часто допускается ряд ошибок методического плана, в основе которых, как правило, лежит пренебрежение к его адресности, т.е. отсутствие указания на то, кому именно наносится ущерб.

Экономический ущерб от ЧС может иметь место у целого ряда хозяйствующих субъектов, как являющихся потенциальными участниками ЧС, так и не имеющих к ней непосредственного отношения. Эти субъекты хозяйствования могут быть объединены в несколько групп: национальная экономика в целом; регион, город или иное административно-территориальное образование; фирмы (предприятия, организации), чьи основные и оборотные фонды непосредственно подверглись разрушительному воздействию; фирмы (предприятия, организации), испытавшие на себе косвенное влияние катастрофы; домохозяйства, подвергшиеся непосредственному воздействию катастрофы; домохозяйства, испытавшие косвенное влияние катастрофы. Каждому из указанных субъектов может наноситься как прямой, так и косвенный экономический ущерб.

Понимая под прямым экономическим ущербом от ЧС выраженные в стоимостной форме затраты, потери и убытки, обусловленные именно этим событием в данное время и в данном конкретном месте, к прямому экономическому ущербу государству можно отнести: расходы на аварийно-спасательные работы; единовременные выплаты семьям погибших и пострадавшим; расходы на приобретение (производство) необходимого медицинского оборудования и медикаментов, на оплату труда спасателей и специалистов, на восстановление жилого фонда, на субсидии фирмам, на срочную ликвидацию экологически опасных последствий и т.п.

К косвенному экономическому ущербу от ЧС могут быть отнесены вынужденные затраты, потери и убытки, связанные с вторичными эффектами природного, техногенного или социального характера. Косвенный ущерб, в отличие от прямого, может проявляться через длительный (от момента катастрофического события) отрезок времени. Косвенный ущерб не имеет четко выраженной территориальной принадлежности и носит по большей части так называемый каскадный эффект, т.е. вторичные действия порождают следующую серию действий и, соответственно, косвенных ущербов.

Тогда к косвенному ущербу государству необходимо отнести: неадресные расходы по медицинскому, санаторно-курортному обслуживанию, социальному обеспечению, поддержанию и содержанию пострадавших граждан; снижение доходной части бюджета вследствие уменьшения выплат налогов по фирмам как непосредственно пострадавшим от катастрофы, так и в результате снижения общей деловой активности; все издержки, перечисленные выше как составляющие

прямого ущерба, но формирующиеся вследствие появления других, косвенных катастроф (сели, лавины, камнепады, аварии и пр.), причиной возникновения которых послужила рассматриваемая первичная катастрофа.

Подобным образом определяются затраты и потери среди прямых и косвенных экономических ущербов, для субъектов хозяйствования, отнесенных нами к другим группам, что более подробно изложено в [1, 2].

Стоимостной оценке риска катастрофы и, соответственно, ЧС (оценке экономического ущерба) предшествует определение его вероятностной составляющей, а это довольно сложный процесс. Последовательность вероятностной оценки реализации катастрофического риска может быть представлена следующим образом.

1. Определяется стационарная компонента функции катастрофического риска

$$X_i = n_i S_i, \quad (1)$$

где X_1, \dots, X_k – стационарная компонента функции катастрофического риска, т.е. число объектов (люди, здания, культурные ценности...), находящихся на потенциально опасной территории типа i ; n_1, \dots, n_k – число территорий типа i с заданной вероятностью опасности катастрофы; S_1, \dots, S_k – максимальное число объектов, которые могут находиться на территории типа i .

2. Оценивается функция катастрофического риска

$$R(t) = \sum_{i=1}^k X_i Z_i(t), \quad (2)$$

$$Z_i(t) = \{N_1^i, \dots, N_k^i\},$$

где $Z_i(t)$ – динамическая функция социо-экономического наполнения рассматриваемых территорий; N_j^i – число объектов, имеющих динамическую компоненту и некоторую вероятность катастрофического нарушения, $i = 1, \dots, k, j = 1, \dots, k$.

3. Оценивается функция распределения вероятностей катастрофического риска

$$P_{n_j}(N_j^i) = \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_n} \right) e^{-\frac{n_j - \mu_n}{2\sigma_n^2}}. \quad (3)$$

4. Определяется математическое ожидание дискретно распределенной случайной величины

$$M(R_i(t)) = Z_i(t) \sum_{i=1}^k n_i S_i \sum_{j=1}^k N_j^i P_j. \quad (4)$$

5. Определяется математическое ожидание квадрата отклонения функции катастрофического риска от ее математического ожидания

$$D(R_i(t)) = M[R_i(t) - M(R_i(t))]^2. \quad (5)$$

В данной работе при рассмотрении проблемы стоимостной оценки риска катастроф ограничимся только косвенным экономическим ущербом, поскольку подходы, методы и методики оценки прямого экономического ущерба рассматриваются в целом ряде научных работ (см. [3, 4] и др.).

В общей величине экономического ущерба весьма весома доля косвенного ущерба от ЧС. Его формирование в наибольшей степени обусловлено каскадными эффектами в окружающей среде и циклическими связями в экономике. Принцип формирования косвенных потерь из-за наличия циклических связей в экономике примерно следующий: разрушается электростанция; из-за этого недопроизводится некоторое количество электроэнергии; на следующем цикле из-за нехватки электроэнергии недополучаем некоторое количество стали, необходимой для машиностроительного производства и т.д.

Вышеизложенное может быть представлено формулой

$$U = \sum_{i=1}^n \alpha_i^1 P_i^1 + \sum_{m=2}^M \sum_{j=1}^n P_j^{m-1} \sum_{i=1}^{m(j)} \alpha_i^m a_{ji}^m, \quad (6)$$

где U – полный косвенный экономический ущерб от цепочки потерь продукции в народном хозяйстве в результате некоторого катастрофического события; P_j^1 – количество продукции j , которая не выпущена на первом цикле в результате катастрофы; a_{ji}^m – количество выпуска единиц продукции i на единицу продукции j в цикле m ; α_j^1 – упущенный доход в связи с потерей единицы продукции j в первом цикле; α_i^m – упущенный доход в связи с потерей единицы продукции i в цикле m .

Так как цепочка циклов в народном хозяйстве $m \rightarrow \infty$, то необходимо решить вопрос о разумных пределах учета числа циклов. Некоторую аналогию могут дать результаты практических расчетов стоимостных удельных коэффициентов прямых, косвенных и полных материальных затрат в народном хозяйстве. Такие расчеты осуществлялись при построении межотраслевого баланса. Если использовать отмеченную аналогию, то в терминах наших построений это соответствует пятому-шестому циклам.

С каскадом косвенных потерь продукции в результате катастрофы напрямую связано снижение уровня занятости населения. Если предположить прямую зависимость потерь рабочих мест от сокращения производства, то можно определить косвенный ущерб от потенциальной безработицы в связи с гипотетическим катастрофическим событием в некотором населенном пункте

$$T = \sum_{j=1}^n \beta_j^1 t_j^1 P_j^1 + \sum_{m=2}^M \sum_{j=1}^n P_j^{m-1} \sum_{i=1}^{n(j)} \beta_i^m t_j^m a_{ji}^m \quad (7)$$

где T – полный косвенный экономический ущерб от цепочки потерь занятости в народном хозяйстве в связи с некоторым катастрофическим событием; t_j^1 – трудоемкость выпуска единицы продукции j в первом цикле производства; t_j^m – трудоемкость выпуска единицы продукции i в цикле m производства; β_j^1 – средняя выплата по безработице в связи с остановкой производства и невозможностью выпуска единицы продукции j в первом цикле; β_i^m – средняя выплата по безработице в связи с невозможностью выпуска единицы продукции i в цикле m .

Оценки полного экономического ущерба (прямого и косвенного) от потенциальных катастрофических событий могут использоваться лицами, принимающими решения при расчете эффективности антикатастрофных мероприятий, при планировании развития и размещения производительных сил, при экспертизе проектов, при распределении ограниченных инвестиционных ресурсов между несколькими регионами или объектами и иных задачах.

В целом модель выбора стратегии антикатастрофного инвестирования при наличии нескольких альтернативных проектов может быть сформулирована следующим образом:

$$\begin{cases} (C_1 + C'_1) \rightarrow \min, \\ (C_2 + C_3 + C_4) + (U_p + U_k) \rightarrow \min, \end{cases} \quad (8)$$

$$\begin{cases} (C_1 + C'_1) \leq K_L, \\ (C_1 + C'_1) \neq 0, \end{cases} \quad (9)$$

$$\begin{cases} (C_1 + C'_1) = 0, \\ (C_2 + C_3 + C_4) + (U_p + U_k) \rightarrow \max, \end{cases} \quad (10)$$

$$C_1 = \sum_{t_0}^{t_{kv}} \frac{K_t + Z_{1t}}{(1+r)^t}, \quad (11)$$

$$C'_1 = \sum_{t_{kv}}^{t_k} \frac{Z_{1t}}{(1+r)^t}, \quad t_k = f(\alpha, \beta, \gamma, \dots), \quad (12)$$

$$C_2 = \sum_{t_k}^{t_{AC}} \frac{Z_{2t}}{(1+r)^t}, \quad (13)$$

$$C_3 = \sum_{t_{AC}}^{t_{PV}} \frac{Z_{3t}}{(1+r)^t}, \quad (14)$$

$$C_4 = \sum_{t_{PV}}^{t_V} \frac{Z_{4t}}{(1+r)^t}, \quad (15)$$

$$U = \sum_{t_k}^{t_V} \frac{(U_P + U_Q)}{(1+r)^t}, \quad (16)$$

где 1, 2, 3, 4, 5 – этапы управления ЧС; t_0 – начало осуществления антикатастрофных мер; t_{KV} – время завершения капитальных вложений в антикатастрофные объекты; t_k – время наступления катастрофического события; t_{AC} – время начала аварийно-спасательных, эвакуационных и мобилизационных работ; t_{PV} – время начала ремонтно-восстановительных работ; t_V – время полной ликвидации последствий ЧС; C – затраты в предупреждение катастроф и на ликвидацию последствий ЧС; U, U_P, U_Q – полный, косвенный и прямой экономический ущерб от ЧС (соответственно); Z – текущие издержки; K – капитальные вложения; K_L – лимитированные капитальные вложения; r – коэффициент дисконтирования; $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ – переменные, характеризующие вероятность наступления катастрофы (отрасль, регион, степень износа основных фондов и пр.).

Таким образом, очевидно, что сумма затрат, имевших место на стадиях осуществления капитальных вложений, и сумма затрат и ущербов (прямых и косвенных) должны стремиться к минимуму. При этом сумма первых, естественно, не может равняться нулю (в этом случае вторые стремятся к максимуму) и должна находиться в пределах некоего лимита инвестиционных ресурсов, определяемого их наличием в государственном бюджете и возможностями привлечения из альтернативных источников.

Вообще, при управлении ЧС, исходя из положения о необходимости реализации управленческих действий еще на предкатастрофной стадии, разумно было бы решить следующую задачу: определить все катастрофические опасности и оценить по ним потенциальные ущербы, а затем направить финансово-инвестиционные потоки в те районы, где ожидается наибольший ущерб. Но нужными методиками оценки полного ущерба отечественная наука и практика пока не располагают, и не все потери можно оценить в чисто стоимостном выражении.

Как известно, сегодня ресурсы (например, резервный или страховой фонд правительства) расходуются на ликвидацию последствий свершившихся катастроф. Даже если имеется некоторый фонд, выделенный на осуществление превентивных мер, то его распределение редко базируется на научной основе.

Поэтому при остром дефиците финансовых, материальных и иных ресурсов весьма сомнительно ожидать реализации крупномасштабных инвестиционных программ социальной направленности. В сложившейся ситуации особенно важно точное определение направления инвестирования выделенных средств как по проектам (программам), так и по конкретным территориям.

Предположим, что имеется некоторое число территорий (областей, регионов), на которых с той или иной степенью вероятности может произойти крупная катастрофа природного или техногенного характера с ее дальнейшим развитием до масштабов чрезвычайной ситуации. Эти территории в той или иной степени претендуют на получение из бюджета или иных централизованных источников определенных средств на проведение превентивных мер (допустим, на разработку и реализацию целевой комплексной антисейсмической программы).

Какому из регионов отдать предпочтение в финансировании? Надо ли распределить ресурсы между всеми регионами поровну, или между несколькими регионами, или вообще направить все в один регион?

Какой показатель принять в качестве доминантного, чтобы при выборе одного региона из нескольких, находящихся под угрозой потенциальной катастрофы, вложение ресурсов было оптимальным? Это может быть район, в котором под угрозой гибели или травматизма находится наибольшее число людей. Но предпочтение может быть отдано тому региону, где возможны наи-

большие разрушения жилой застройки или нанесен максимальный материальный ущерб. При рассмотрении проблемы с точки зрения будущего планеты, предпочтительнее может оказаться тот район, в котором опасности подвергаются редкие виды животных и растений.

Так какому же региону выделить ограниченные инвестиционные ресурсы?

Предлагаемая ниже схема рационализации инвестирования в предупреждение катастроф (распределения ограниченных инвестиционных ресурсов между несколькими претендующими на них регионами) основана на следующих методологических посылах.

В каждом регионе имеется некоторый набор потенциальных катастрофических опасностей, которые в случае их реализации наносят определенный ущерб социо-эколого-экономическому потенциалу этого региона, т.е. ухудшают условия жизни людей, загрязняют окружающую природную среду, увеличивают расходы коммунальных служб, уменьшают результаты деятельности организаций и т.д. Кроме того, в связи с тем, что регионы в рамках государства тесно связаны между собой (финансово-экономические потоки, миграция населения, перенос загрязняющих веществ и т.д.), катастрофические события, имевшие место в одном из них, косвенно оказывают влияние на социо-эколого-экономический потенциал и других регионов.

Установив уровень потенциальной уязвимости по каждому региону и оценив степень влияния (связности) регионов между собой, можно проранжировать их по степени необходимости анти-катастрофных инвестиций.

Предлагаемая схема определения приоритетных направлений инвестирования в предупреждение катастроф и ЧС основана на построении индексов социо-эколого-экономической уязвимости (СЭЭУР) и связности (СЭЭСР) регионов.

Алгоритм реализации этой схемы выглядит следующим образом.

1. Формируется перечень из потенциальных катастрофических опасностей i (например, землетрясения, лесные пожары, наводнения и т.п.), характерных для каждого региона j (с позиции СЭЭУР от этих опасностей) в рамках некоторой значительной территории (например, для административных областей в рамках экономического района):

$$G_i^j, \quad i = 1, \dots, k, \quad j = 1, \dots, p. \quad (17)$$

2. Выделяются факторы, которые определяют наличие и возможные масштабы конкретной потенциальной катастрофической опасности. Такой набор факторов формируется по каждому виду опасности для

$$G_i^j = \{L_{1j}^i, \dots, L_{qj}^i\} \equiv \{L_{mj}^i\}, \quad m = 1, \dots, q. \quad (18)$$

3. Выделяются факторы, значимые (определяющие) с позиции СЭЭСР. Для региона j с опасностью i это

$$\{Z_1^i, Z_2^i, \dots, Z_m^i\}. \quad (19)$$

4. С помощью экспертов определяются весовые коэффициенты факторов, значимых с позиции СЭЭСР. Этой процедуре должно предшествовать ранжирование выбранных факторов. Для региона j с опасностью i весовые коэффициенты

$$\{K_1^i, \dots, K_m^i\}. \quad (20)$$

5. Аналогичным образом получают весовые коэффициенты факторов СЭЭУР для

$$F_i^j = \{P_{1j}^i, \dots, P_{qj}^i\} \equiv \{P_{lj}^i\}, \quad l = 1, \dots, q; \quad j = 1, \dots, p; \quad i = 1, \dots, k. \quad (21)$$

6. Устанавливаются нормативные величины факторов, значимых с позиции СЭЭУР для

$$D_i^j = \{S_{1j}^i, S_{2j}^i, \dots, S_{qj}^i\} \equiv \{S_m^i\}, \quad m = 1, \dots, q. \quad (22)$$

7. Рассчитываются нормативные величины факторов, значимых с позиции СЭЭСР для

$$H_i^j = \{Y_1^i, \dots, Y_m^i\} \equiv \{Y_l^i\}, \quad l = 1, \dots, m. \quad (23)$$

8. На основании фактических и нормативных данных о выявленных факторах связности вчисляются агрегатные индексы СЭЭСР

$$Q_{ji} = 1 + \sqrt{\sum_{l=1}^m K_l^{ji} \left(\frac{Z_l^{ji} - Y_l^{ji}}{Y_l^{ji}} \right)^2} \quad (2)$$

и строится матрица индексов связности регионов в рамках рассматриваемой территории

$$\|Q_{ij}\| \quad i = 1, \dots, p, \quad j = 1, \dots, p. \quad (2)$$

9. На основании фактических и нормативных данных о выявленных факторах уязвимости вчисляются агрегатные индексы СЭЭУР для каждого региона по каждому виду опасности

$$M_{ji} = 1 + \sqrt{\sum_{l=1}^q P_l^{ji} \left(\frac{L_{ij}^l - S_{ij}^l}{S_{ij}^l} \right)^2} \quad (2)$$

10. Осуществляется ранжирование регионов в пределах шкал по выделенным опасностям СЭЭУР

$$M_{ij} > M_{i(j+1)} \rightarrow M_{i1}, \dots, M_{iq} \quad (27)$$

11. Определяются весовые коэффициенты различных видов опасности в целом для рассматриваемой территории

$$\{x_1, \dots, x_q\} \quad (28)$$

и вычисляются суммарные коэффициенты СЭЭУР

$$N_j = \sum_{l=1}^k M_{jl} x_l \quad (29)$$

Затем осуществляется ранжирование регионов по суммарной опасности по критерию социально-эколого-экономической уязвимости

$$N^j > N^{j+1} \Rightarrow \{\bar{N}^1, \dots, \bar{N}^p\} \quad (30)$$

По полученному ряду можно сделать вывод о порядке и объемах распределения некоторого ограниченного объема инвестиционных ресурсов на антикатастрофные мероприятия для различных регионов в зависимости от их социальной, экономической и экологической уязвимости.

12. Определяются суммарные коэффициенты СЭЭСР

$$C_j = N^j \sum_{i=1}^p \bar{Q}_{ji} \quad (31)$$

и производится ранжирование регионов по суммарной опасности по критерию СЭЭСР

$$C^j > C^{j+1} \Rightarrow \{\bar{C}^1, \dots, \bar{C}^p\} \quad (32)$$

По полученному ряду можно сделать вывод о распределении инвестиционных ресурсов на антикатастрофные мероприятия для различных регионов в зависимости от их социальной, экономической и экологической связности.

13. В окончательном виде для рассматриваемой территории осуществляется ранжирование регионов по их суммарной потребности в антикатастрофных инвестициях, т.е. СЭЭСР плюс СЭЭУР.

Изложенный алгоритм требует некоторых пояснений.

Довольно сложным при работе над данной схемой является вопрос выбора значимых факторов. Например, при рассмотрении такой опасности, как землетрясение, для определения СЭЭУР это могут быть:

1) плотность основных производственных фондов (руб./га);

- 2) плотность основных непроизводственных фондов (руб./га);
- 3) фондоотдача основных производственных фондов (руб./руб.);
- 4) обеспеченность населения территории сейсмостойким жилищным фондом ($\text{м}^2/\text{чел.}$);
- 5) обеспеченность населения территории несейсмостойким жилищным фондом ($\text{м}^2/\text{чел.}$);
- 6) плотность "систем жизнеобеспечения" (транспорт, связь, инженерные коммуникации) (руб./га);
- 7) сейсмичность (балл);
- 8) плотность экологически опасных производств (усл.т/га);
- 9) плотность населения (чел./га);
- 10) плотность и значимость исторических архитектурных и иных культурных памятников (балл);
- 11) плотность и значимость природных заповедников, заказников, памятников природы, национальных парков и иных охраняемых природных территорий (балл);
- 12) плотность экологически опасных производств с потенциальными негативными возможностями трансграничных воздействий в случае аварии (усл.т/усл.т);
- 13) объем экспорта продукции из региона (руб.);
- 14) объем импорта продукции в регион (руб.);
- 15) плотность средств производства с высокой "циклическостью" ("каскадностью") косвенных потерь от землетрясения, (руб./руб.);
- 16) рекреационные потоки населения (чел. мес./га);
- 17) наличие социальных, природных и природно-антропогенных факторов с потенциальной возможностью (в случае появления возмущения) развития стихийных бедствий, определяемое через среднесуточную величину экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций по региону (руб./год).

При этом, факторы 1–11 характеризуют СЭЭУР, а факторы 12–17 – СЭЭСР.

В связи с возможными землетрясениями в состав факторов важно включить не только удельные показатели "насыщенности" территории зданиями, сооружениями, коммуникациями, населением и т.п., но и "производительность" региона по продукции (фондоотдача), что существенно для градации территорий по комплексу возможных последствий от крупных природно-антропогенных нарушений.

Показатели объема экспорта продукции из региона и доля средств производства с высокой "циклическостью" косвенных потерь связаны с формированием косвенного ущерба от землетрясения по потерям продукции и производственных мощностей.

Параметр рекреационных потоков населения существен для сейсмических рекреационных зон. Для других регионов этот фактор может быть несущественным.

Среди приведенных факторов особо следует выделить сейсмичность и наличие социальных, природных и природно-антропогенных показателей с потенциальной возможностью развития стихийных бедствий, определяемое через среднесуточную величину экономического ущерба от чрезвычайных ситуаций по региону. Эти факторы являются неуправляемыми. Поэтому их либо исключают из рассмотрения, либо используют специальные методические дополнения. Это может быть отнесено также к признакам десять и одиннадцать, так как они, по нашему мнению, частично управляемые.

В общем виде можно записать:

$$X_i = \gamma_{ik}(S_k), \quad i = 1, \dots, n; \quad k = 1, \dots, m, \quad (33)$$

где X_i – зависимость управляемых факторов (1–6, 8–14); γ_{ik} – форма зависимости; S_k – неуправляемые факторы.

Выбор факторов, определяющих формирование социо-эколого-экономических индексов и тем более оценка их относительных весов требуют применения экспертных методов. В случае отсутствия традиционно применяемого "антисейсмического норматива" по тому или иному фактору его определение также становится задачей экспертов.

Как свидетельствует практика, при большом числе анализируемых факторов и единиц их измерения непосредственно работать с ними, как правило, не представляется возможным. Чтобы ликвидировать зависимость агрегатного индекса от формальных различий в шкалах и единицах измерения, следует исходные показатели трансформировать в новую форму с одинаковой шка-

лой и единицей измерения, а также равным размахом дисперсии значений. Для этого качественные показатели могут быть превращены в условно-количественные (баллы, ранги), а затем центрированы и нормированы. В результате будут получены стандартизированные новые показатели с нулевым средним и стандартным отклонением, равным единице.

Очищение показателей от результатов влияния мешающих факторов осуществляется на стадии сбора и обработки информации.

Наиболее сложной проблемой формирования индекса является разработка весовых коэффициентов для включенных в его структуру факторов. Идеального метода оценки весов в индексах не существует. Важно, чтобы было единообразие в подходах к их определению, поскольку для целей ранжирования существенны не абсолютные значения индекса, а их сравнительные характеристики. Поэтому определение весовых коэффициентов и ранжирование факторов – это продукт группового решения.

Можно предварительно осуществить ранжирование каждого фактора для данного региона. Следует отметить, что здесь мы должны оперировать со шкалой интервалов.

Ранжирование может проводиться следующим образом. Наиболее важным факторам по данному региону присваивается первый ранг, следующим по степени важности – второй и т.д. После того как все эксперты проранжировали исследуемые факторы, необходимо оценить степень согласованности их мнений, что осуществляется с помощью расчета коэффициента конкордации.

Один из этапов заключается в определении (отыскании) таких нормативных (перспективных, идеальных, стандартных) показателей, которые бы характеризовали каждый релевантный фактор для конкретного региона и оценку фактических данных также для каждого региона. Конечный индекс отражает результативный показатель по комплексу внутренних и внешних факторов, а конкретное состояние рассматриваемых в нем факторов по отношению к их эталонным значениям может быть определено при имеющихся ресурсах из относительно локализованных народнохозяйственных задач при оптимизации программ ресурсообеспечения, охраны окружающей среды, жилищного строительства и т.д. При этом заметим, что осуществление отдельных программ, в частности повышения качества природной среды, влияет на рост благосостояния по целому комплексу его элементов.

Рассмотрим систему основных факторов, определяющих СЭЭУР и СЭЭСР, приведенных выше, с точки зрения соотношений между показателями S_i и L_i , где S_i – перспективный “антисейсмический норматив” фактора i , а L_i – фактическое его “состояние”.

Следует записать, что с позиции здравого смысла необходимо соблюдение следующих соотношений:

$$S_1 \leq L_1, \quad S_2 \leq L_2, \quad S_3 \geq L_3, \quad S_4 \geq L_4, \quad S_5 \leq L_5, \quad S_6 \geq L_6, \quad S_7 \leq L_7, \quad S_8 \leq L_8, \quad S_9 \leq L_9, \\ S_{10} \leq L_{10}, \quad S_{11} \leq L_{11}, \quad S_{12} \leq L_{12}, \quad S_{13} \geq L_{13}, \quad S_{14} \geq L_{14}, \quad S_{15} \geq L_{15}, \quad S_{16} \geq L_{16}, \quad S_{17} \geq L_{17}.$$

Здесь все факторы рассматриваются и, естественно, нормируются с точки зрения сейсмичности. Поясним нормировку на примере основных производственных фондов. Для общего случая и в силу сложившейся практики фактический уровень обеспеченности территорий производственными фондами далек от желаемого, но при этом необходимо чтобы $S_{\text{общ}} \leq L_{\text{общ}}$. При рассмотрении этого же фактора с точки зрения сейсмичности мы исходим из положения, что чем ниже концентрация основных производственных и производственных фондов в сейсмоопасном регионе, тем лучше, т.е. в данном случае мы должны стремиться к $S_{\text{сейсм}} \geq L_{\text{сейсм}}$.

“Нормативные” показатели плотности и доли экологически опасных производств с потенциальными негативными возможностями трансграничных воздействий должны разрабатываться на базе и с учетом ассимиляционного потенциала территорий. Исследования в этой области ведутся довольно давно [5] и посвящены в основном реакции окружающей среды на воздействие вредных примесей. Для конкретных территорий могут быть установлены значения пороговых величин концентрации тех или иных загрязнителей и их сочетаний, при которых экосистемы сохраняют свои основные свойства.

В значительной мере на отклонение от эталона будут влиять весовые коэффициенты (веса) k_i . При задании S_i важно выдерживать единообразие, поскольку нас интересуют не столько абсолютные значения индекса, сколько их относительные сопоставления.

Любой метод введения и вычисления рассматриваемых индексов можно в общем виде представить как некоторое отображение исходных данных, т.е. k_i, L_i, S_i , в искомый коэффициент в виде соотношения, по которому в дальнейшем можно оценивать изучаемый объект. В обоснов-

вании выбора зависимости можно применить аксиоматический подход, основанный на введении и анализе требований к "идеальному методу".

Чтобы охватить наиболее общий случай, удельный вес фактора i рассмотрим как функцию $f_i(x)$, вид которой будем определять номером фактора и общего числа факторов. Этой функцией является вектор $x \in R^n$, компоненты которого $(x_i = (L_i/S_i)k_i, i = 1, \dots, n)$ равны значениям исходных индексов-факторов.

Представляется целесообразным требовать от зависимости $f_i^m(x), i = 1, \dots, m$, при любом $m \geq 2$ выполнения следующих свойств.

1. Сумма удельных весов всех факторов равняется единице:

$$\sum_{i=1}^m f_i^m(x) = 1. \quad (34)$$

2. Фактор, не влияющий на числовое значение результирующего индекса, имеет нулевой удельный вес. Если $x_i = 0$, то $f_i^m(x) = 0$.

3. Операция агрегирования не влияет на значения удельного веса факторов, не участвующих в агрегировании.

4. Малые изменения исходных данных приводят к малым изменениям результатов.

Можно сформулировать и другие столь же естественные требования.

Выражение для Q_j, M_j (см. (24), (26)) будет обладать следующими свойствами.

1. Если $L_i = S_i, i = 1, \dots, m$, то $Q = 1, M = 1$.
2. Если $L_i \neq S_i$ для некоторых i , то $Q > 1, M > 1$.
3. Если для заданных k_i и S_j имеем $L'_i = L''_i = S_j$ для всех i кроме $i = j$, и

$$L'_j > L''_j > S_j \text{ или } L'_j < L''_j < S_j, \text{ то } Q' > Q'', M' > M'',$$

где

$$Q' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L'_j - S_j}{S_j} \right|}, \quad Q'' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L''_j - S_j}{S_j} \right|},$$

$$M' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L'_j - S_j}{S_j} \right|}, \quad M'' = 1 + \sqrt{k_j \left| \frac{L''_j - S_j}{S_j} \right|}.$$

4. Если $|(L_i - S_i)/S_i| = a$ для всех i , то $Q = 1 + a, M = 1 + a$;
5. Если $L_i = S_i$ для всех i , кроме $i = m, d$ и $|(L_m - S_m)/S_m| = |(L_d - S_d)/S_d| = a$ и $k_m > k_d$, $Q^{(m)} > Q^{(d)}, M^{(m)} > M^{(d)}$,

где $Q^{(m)} = 1 + \sqrt{k_m a}, Q^{(d)} = 1 + \sqrt{k_d a}, M^{(m)} = 1 + \sqrt{k_m a}, M^{(d)} = 1 + \sqrt{k_d a}$.

Отношение фактических данных к эталонным можно рассматривать как степень опасности последствий от землетрясения по комплексу внутренних и внешних социо-эколого-экономических признаков. Чем ближе это отношение к единице, тем меньше опасность указанных последствий. Система таких оценок по сейсмоопасным регионам позволит произвести ранжирование территорий с точки зрения осуществления превентивной политики и создания резервов по смягчению прямых и косвенных последствий от возможных землетрясений.

Важным моментом в построении агрегатных индексов является определение весов факторов.

Возможно, что для рекреационных территорий $k_{14} > k_7, i = 1, \dots, 17$. Или $k_{13} > k_{15}$, полагая, что потери от экспорта будут существеннее для региона, чем импорт продукции. Значительность весов предполагается для факторов k_7 и k_{15} . Последний существен ввиду того, что косвенный ущерб, как правило, на порядок выше прямого. Или $k_5 > k_4$, ввиду повышенной опасности для населения, живущего в сейсмоопасном жилье.

Реализация данного алгоритма на практике позволит осуществить оптимизацию ограниченных инвестиционных потоков по их мощности и направленности.

Управление чрезвычайными ситуациями, особенно на стадии получения, распределения и осуществления капитальных вложений, должно быть прерогативой государства и осуществ-

ляться в рамках государственных комплексных программ. Нормы расходования бюджетных ресурсов должны быть научно обоснованными. Но, естественно, только за счет бюджетного финансирования проблему снижения вероятности чрезвычайных ситуаций и локализации их последствий решить невозможно. Безопасность населения и сохранность имущества должна обеспечиваться путем совершенствования технологий в процессе проектирования, строительства и функционирования потенциально опасных объектов. Очевидной становится необходимость финансирования мероприятий, связанных с безопасностью жизнедеятельности населения в ЧС, а также с компенсацией затрат по ликвидации последствий катастроф, на основе реализации концепции оптимального регулирования ограниченных финансово-инвестиционных потоков. Кроме того, необходимо привлечение инвестиционных ресурсов за счет альтернативных источников финансирования. Таковым, по нашему мнению, в первую очередь, должно стать экологическое страхование. Альтернативные финансовые ресурсы для финансирования превентивных мероприятий можно получить из страхования катастрофических рисков, проводимого в рамках традиционных схем страхования.

Существенную роль в инвестиционном обеспечении программ антикатастрофной направленности могут сыграть коммерческие банки, инвестиционные фонды и компании. Привлечение этих организаций к участию в данных программах может быть обеспечено за счет предоставления льготных режимов налогообложения, льготного права пользования природными ресурсами и иных механизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кофф Г.Л., Гусев А.А., Воробьев Ю.Л., Козьменко С.Н. Оценка последствий чрезвычайных ситуаций. М.: РЭФИА, 1997.
2. Козьменко С.Н. Экономика катастроф (инвестиционные аспекты). Киев: Наук. думка, 1997.
3. Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей природной среды. Л.: Гидрометеониздат, 1984.
4. Социалистическое природопользование: экономические и социальные аспекты/ Под ред. Некрасова Н.Н. и Матеева Е. София: Партиздат; М.: Экономика, 1980.
5. Гусев А.А. Ассимиляционный потенциал окружающей среды в системе прав собственности на природные ресурсы// Экономика и мат. методы. 1997. Т. 33. Вып. 3.

Поступила в редакцию
11.05.99 г.

Emergency Situations: Economic Damage and Investments in the Prevention

A. A. Goussev, S. N. Kozmenko, O. V. Kozmenko

More exactly defined is the terminology applied in investigation of economic problems of emergency situations of nature and anthropogenous origin. Methods of probability and value estimation of economic damage and, first of all – of indirect one. Methodological grounds of managing emergency situations at different stages of their development are considered. Also the problem of rationalizing the allocation of limited investment resources for anti-catastrophe purposes among several regions of a certain territory is considered and an appropriate methodology is suggested.

АВТОРЫ СТАТЕЙ

- БАЛАЦКИЙ**
Евгений Всеволодович – доктор экономических наук, профессор, зав. сектором Института макроэкономических исследований при Министерстве экономики РФ
- БАГРИНОВСКИЙ**
Кирилл Андреевич – доктор экономических наук, профессор, зав. лабораторией ЦЭМИ
- ПРОКОПОВА**
Валерия Самуиловна – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник ЦЭМИ
- МАЛЫШЕВ**
Валерий Львович – кандидат экономических наук, старший научный сотрудник ЦЭМИ
- ГУСЕВ**
Андрей Александрович – доктор экономических наук, директор научного направления ИПР
- КОЗЬМЕНКО**
Сергей Николаевич – доктор экономических наук, зав. кафедрой Украинской академии банковского дела
- КОЗЬМЕНКО**
Ольга Владимировна – кандидат экономических наук, старший преподаватель Украинской академии банковского дела
- ГЛАЗЫРИНА**
Ирина Петровна – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Читинского института природных ресурсов СО РАН
- ГЛАЗЫРИН**
Василий Викентьевич – кандидат физико-математических наук, зав. кафедрой Читинского государственного технического университета
- ДОРОФЕЕВ**
Евгений Александрович – аспирант Европейского университета, Санкт-Петербург
- МАЛЮТИНА**
Марина Сергеевна – аспирантка МГУ
- ГУРИЕВ**
Сергей Маратович – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник ВЦ РАН
- ПОСПЕЛОВ**
Игорь Гермогенович – доктор физико-математических наук, зав. сектором ВЦ РАН
- ШАПОШНИК**
Дмитрий Владимирович – аспирант ВЦ РАН
- КЛЕЙНЕР**
Георгий Борисович – доктор экономических наук, профессор, зам. директора ЦЭМИ
- ПИОНТКОВСКИЙ**
Дмитрий Игоревич – младший научный сотрудник ЦЭМИ
- ГАВРИЛЕЦ**
Юрий Николаевич – доктор экономических наук, профессор, зав. лабораторией ЦЭМИ
- ЕФИМОВ**
Борис Александрович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник ЦЭМИ
- КОСАЧЁВ**
Юрий Владимирович – кандидат технических наук, зав. лабораторией ЦНИИ управления, экономики и информации Минатома РФ